

532,332

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. August 2004 (12.08.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/068120 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01N 21/35,
G01J 3/10, H01K 1/32

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ARNDT, Michael
[DE/DE]; Memminger Strasse 53, 72762 Reutlingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/004040

(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Dezember 2003 (09.12.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

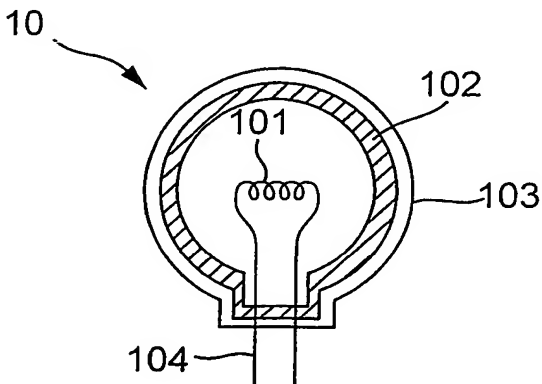
(30) Angaben zur Priorität:
103 02 165.5 22. Januar 2003 (22.01.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: INFRA-RED SOURCE AND GAS SENSOR

(54) Bezeichnung: INFRAROTQUELLE UND GASSENSOR



(57) Abstract: The invention relates to an infra-red source (10) comprising a first layer (102) with a first transmission characteristic and a second layer (103) with a second transmission characteristic, the combination of the two transmission characteristics resulting in a band-pass filter characteristic for an operating frequency range. The infra-red source is preferably in the form of a light bulb with the bulb glass constituting the first layer. The second layer that is applied to the bulb glass preferably consists of germanium, silicon, a metal or an organic compound. The invention also relates to a gas sensor comprising said infra-red source, in addition to an infra-red detector with an interference filter, preferably a Fabry-Perot filter, which is connected upstream of said detector.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Infrarotquelle (10) vorgeschlagen, die eine erste Schicht (102) mit einer ersten Transmissionscharakteristik und eine zweite Schicht (103) mit einer zweiten Transmissionscharakteristik aufweist, wobei die Kombination der beiden Transmissionscharakteristiken eine Bandpassfiltercharakteristik für einen Betriebsfrequenzbereich bewirkt. Vorzugsweise hat die Infrarotquelle die Form einer Glühlampe, bei der das Lampenglas die erste Schicht darstellt. Die auf das Lampenglas aufgebrachte zweite Schicht besteht vorzugsweise aus Germanium, Silizium, einem Metall oder einer organischen Verbindung. Weiters wird ein Gassensor vorgeschlagen, der die beschriebene Infrarotquelle sowie einen Infrarotdetektor mit vorgeschaltetem Interferenzfilter, vorzugsweise einem Fabry-Perot-Filter, umfasst.

WO 2004/068120 A1

5

10 Infrarotquelle und Gassensor

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Infrarotquelle und einem Gassensor nach der Gattung
15 der nebengeordneten Ansprüche. Es sind bereits Vorrichtungen zur Detektion von
Strahlungssignalen bekannt, die beispielsweise zur Bestimmung der Gaskonzentration
mittels Infrarotabsorption dienen. Störende Gase in einem Gasvolumen, beispielsweise
im Innenraum eines Kraftfahrzeuges, sind beispielsweise CO_2 , CO , H_2O oder auch CH_4 ,
20 wobei das Kohlendioxid CO_2 insbesondere aus der Atemluft von in dem Gasvolumen
befindlichen Personen bzw. auch aus CO_2 -Klimaanlagen stammen kann. Solche
störenden Gase werden gemäß allgemein bekannten Gasdetektoren detektiert. Solche
Sensoren für die Selektion von Gasen, die auf dem Prinzip der Strahlungsabsorption im
Messgas basieren, bestehen üblicherweise aus einer Strahlungsquelle und einem oder
25 mehreren wellenlängenspezifischen Strahlungsdetektoren. Für Sensoren, die die
Absorption im mittleren Infrarotbereich, beispielsweise im Bereich von Wellenlängen
von $3\text{ }\mu\text{m}$ bis $25\text{ }\mu\text{m}$ messen, wie beispielsweise Sensoren zur Detektion von
Kohlenstoffdioxid CO_2 , werden üblicherweise thermische Strahler als Quelle verwendet.
Hier gibt es beispielsweise als Infrarotquellen Strahler in Form von Glühlampen oder in
30 Form von mikrostrukturierten Anordnungen, die als thermische Strahler fungieren. Die
wellenlängenspezifischen Strahlungsdetektoren bestehen aus einer Filtereinheit, die die
zu messende Wellenlänge transmittiert und einem breitbandigen Infrarotdetektor. Als
Filter kommen hier beispielsweise Interferenzfilter zum Einsatz. Einfache
Interferenzfilter haben die Eigenschaft, auch harmonische der gewünschten Wellenlänge
zu transmittieren. Dies kann zum einen durch einen komplizierteren und damit auch
35 einem kostenintensiveren Aufbau des Interferenzfilters behoben werden, oder aber durch

dem Einsatz eines einfachen Breitbandfilters vor den eigentlichen Detektor. Wird ein solches Breitbandfilter verwendet, so bedingt dies einen aufwändigen Aufbau des Detektors, da dann zwei Filter montiert werden müssen.

5 Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Infrarotquelle und der Gassensor mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche haben dem gegenüber den Vorteil, dass kein zusätzlicher Montageaufwand bei der Fertigung des Sensors notwendig ist und trotzdem ein
10 breitbandiges Filter zwischen der Infrarotquelle und dem Infrarotdetektor vorgesehen ist. Es ist damit vorteilhaft möglich, dass die von der Infrarotquelle ausgehende Strahlung nur im Bereich eines Betriebsfrequenzbereichs abgestrahlt wird und so auch die Dissipation der Energie in anderen Bereichen des Gassensors verringert wird. Hierdurch ist es möglich, dass die Hauptwärmeentwicklung nur bei der Infrarotquelle liegt. Die
15 Wärmeentwicklung kann dabei von der Detektorseite entfernt werden. Weiterhin ist es dadurch erfindungsgemäß möglich, dass nur Strahlung in dem engen Betriebsfrequenzbereich um die Wellenlänge des Interferenzfilters herum überhaupt in Richtung des Detektors gelangt.

20 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den nebengeordneten Ansprüchen angegebenen Infrarotquelle und des Gassensors möglich. Besonders vorteilhaft ist, dass die erste Transmissionscharakteristik bezüglich des Betriebsfrequenzbereichs für kleinere Wellenlängen eine höhere Transmission vorsieht und dass die zweite
25 Transmissionscharakteristik bezüglich des Betriebsfrequenzbereichs für größere Wellenlängen eine höhere Transmission vorsieht. Dadurch ist es möglich, auf einfache Weise eine Bandpassfiltercharakteristik für einen Betriebsfrequenzbereich zu bewirken. Weiterhin ist von Vorteil, dass als erste Schicht Glas vorgesehen ist und dass als zweite Schicht Silizium oder Germanium vorgesehen ist. Dabei ist es möglich, die
30 erfindungsgemäße Bandpasscharakteristik mit einfachen Methoden und Materialien vorzusehen, wobei für den Fall der Glasschicht das Material bei einer herkömmlichen Infrarotquelle bereits vorhanden ist.

Zeichnung

35

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine herkömmliche Infrarotquelle in Glühlampenform,

Figur 2 eine herkömmliche Infrarotquelle in Form eines mikromechanischen Infrarotstrahlers,

Figur 3 die Transmissionskurve eines üblichen Interferenzfilters,

Figur 4 die Filtertransmissionskurve und die Transmissionscharakteristik der von einer erfindungsgemäßen Infrarotquelle abgestrahlten Strahlung,

Figur 5 eine erfindungsgemäße Infrarotquelle,

Figur 6 die Transmissionscharakteristik einer ersten Schicht,

Figur 7 die Transmissionscharakteristik einer zweiten Schicht,

Figur 8 die Kombination der Transmissionscharakteristik mit einer Filtertransmissionskurve und

Figur 9 den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Gassensors.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 9 ist der prinzipielle Aufbau eines erfindungsgemäßen Gassensors dargestellt.

Ausgehend von einer mit dem Bezugszeichen 10 bezeichneten Infrarotquelle, die eine erste Schicht 102 und eine zweite Schicht 103 trägt, wird eine mit dem Bezugszeichen 21 und einem Pfeil bezeichnete Infrarotstrahlung in Richtung auf einen Detektor 30 hin ausgesandt. Im Bereich zwischen der Infrarotquelle 10 und dem Detektor 30 ist ein Gas vorhanden, welches mit dem Bezugszeichen 20 versehen ist. Das Gas umfasst Gasanteile, deren Konzentration mit dem Gassensor zu messen sind. Als ein solcher Gasanteil kommt beispielsweise Kohlenstoffdioxid CO_2 in Frage. Die Detektorvorrichtung 30 umfasst einen Infrarotdetektor 31 und ein Filter 32, welche beide durch eine Halterung 33 relativ zueinander fixiert sind. Das Filter 32 lässt erfindungsgemäß lediglich eine solche Wellenlänge durch, welche der Absorptionswellenlänge des im Gas 20 zu detektierenden Messgases, beispielsweise CO_2 , entspricht. Aus dem Grad der Abschwächung der von der Infrarotquelle ausgehenden Infrarotstrahlung 21 für die Messwellenlängen bzw. die Detektionswellenlänge kann die Gaskonzentration des zu messenden Gases, beispielsweise CO_2 , im Gas 20 abgeleitet werden. Hierzu ist es erfindungsgemäß sinnvoll, dass neben einer in Figur 9 dargestellten Anordnung eines Gassensors gleichzeitig noch eine Referenzanordnung vorgesehen ist, bei der vor einem ähnlichen Infrarotdetektor ein Filter angeordnet ist, welches für einen größeren

Wellenlängenbereich durchlässig ist, so dass hierdurch eine Referenzmessung durchführbar ist.

Bei dem in Figur 9 dargestellten Gassensor ist das Filter 32 insbesondere als Interferenzfilter vorgesehen. Beispielfhaft ist das Filter 32 als Fabry-Perot-Filter vorgesehen. Solche Filter haben die Eigenschaft, dass neben der gewünschten Durchlassfrequenz bzw. gewünschten Durchlasswellenlänge noch weitere Durchlassfrequenzen bzw. Durchlasswellenlängen auftreten. Die gewünschte Durchlassfrequenz entspricht hierbei der Absorptionsfrequenz des Stoffes in dem Gas 20, dessen Konzentration zu messen ist. Die weiteren Durchlassfrequenzen bzw. Durchlasswellenlängen des Filter 32 sind insbesondere die harmonischen der gewünschten Durchlasswellenlänge. Erfindungsgemäß wird mit einfachen Mitteln verhindert, dass nicht gewünschte Durchlassfrequenzen des Filters 32 in den Bereich des Infrarotdetektors 31 gelangen. Hierzu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, nennenswerte Anteile der Infrarotstrahlung 21 bei diesen nicht gewünschten Durchlassfrequenzen bereits kurz nach ihrer Entstehung, d.h. bei der Quelle 10, an ihrer weiteren Ausbreitung Richtung dem Filter 32 bzw. des Infrarotdetektors 31 zu behindern. Eine Anordnung, bei der eine solche Ausfilterung von ungewünschten Durchlassfrequenzen direkt vor oder nach dem Filter 32 erfolgt, wird dabei erfindungsgemäß vermieden, weil dies mit hohen Kosten und großem Aufwand hinsichtlich des Aufbaus des Detektors 30 verbunden ist. Erfindungsgemäß wird daher die Infrarotquelle 10 so verändert, dass nur Infrarotstrahlung 21 in einem engen Bereich um die gewünschte Durchlassfrequenz bzw. Durchlasswellenlänge des Interferenzfilters 32 austreten kann.

In Figur 1 ist eine herkömmliche Infrarotquelle 10 für einen Infrarotstrahler in Glühlampenform dargestellt. Hierbei erzeugt eine Glühwendel, die auf eine entsprechende Temperatur geheizt ist, eine Strahlung, die auch Infrarotanteile umfasst. Die Glühwendel wird gemäß dem Stand der Technik mit einem umgebenden Glaskörper versehen.

In Figur 2 ist eine herkömmliche Infrarotquelle 11 in Form eines mikromechanischen Infrarotstrahlers dargestellt. Die mikromechanische Infrarotquelle 11 umfasst ein Substrat 111, auf dem insbesondere eine Membran bzw. ein Membranbereich 112 und im Membranbereich 112 eine Heizstruktur 113 vorgesehen ist. Die auch als Heizeinrichtung 113 bezeichnete Heizstruktur 113 ist mittels mit dem Bezugszeichen 114 versehenen

Anschlussflächen und nicht eigens mit einem Bezugszeichen versehenen Verbindungsleitungen von außerhalb der mikromechanischen Infrarotquelle 11 (elektrisch) zugänglich bzw. steuerbar. Die Heizeinrichtung 113 wird, ähnlich wie die Heizwendel 1 bei der herkömmlichen Infrarotquelle gemäß Figur 1, durch einen elektrischen Strom, der durch sie fließt, aufgeheizt und erzeugt dadurch die Strahlung, welche auch Infrarotanteile aufweist.

In Figur 3 ist die Transmissionskurve eines üblichen Interferenzfilters dargestellt. Auf der mit dem Bezugszeichen 50 bezeichneten Abszisse ist die Wellenlänge dargestellt und auf der mit dem Bezugszeichen 70 versehenen Ordinate ist der Transmissionsgrad in % angegeben. Eine erster Transmissionsgrad von 100 %, der mit dem Bezugszeichen 71 angegeben ist, wird nur bei ausgezeichneten Wellenlängen erreicht. Die Transmissionskurve 600 weist bei solchen ausgezeichneten Wellenlängen Maxima auf. Sie zerfällt damit in eine Anzahl von um bestimmte Wellenlängen herum zentrierte Transmissionsteilkurven, wovon in Figur 3 lediglich zwei dargestellt sind, eine erste Filtertransmissionsteilkurve 610 und eine zweite Filtertransmissionsteilkurve 620. Die erste Filtertransmissionsteilkurve 610 ist um die erste Durchgangswellenlänge des Filters, welche der elften Wellenlänge 61 entspricht, herum zentriert. Die zweite Filtertransmissionsteilkurve 620 ist um eine zwölfte Wellenlänge, welche mit dem Bezugszeichen 62 versehen ist, herum zentriert. Die elfte und zwölfte Wellenlänge 61, 62 ergeben sich aus dem doppelten der optischen Dicke des Materials des Interferenzfilters, geteilt durch eine ganzzahlige Zahl, wobei die ganzzahlige Zahl die Werte 1, 2 usw. annehmen kann.

In Figur 4 ist die Filtertransmissionskurve und die Transmissionscharakteristik der von einer erfindungsgemäßen Infrarotquelle 10 abgestrahlten Strahlung dargestellt. Auf der mit dem Bezugszeichen 50 versehenen Abszisse ist wiederum die Wellenlänge aufgetragen und auf der mit dem Bezugszeichen 70 versehenen Ordinate ist der Grad der Transmission in % angegeben. Die Charakteristik der von einer erfindungsgemäßen Quelle abgestrahlten Strahlung ist mit dem Bezugszeichen 500 und einer gestrichelten Linie bezeichnet. Diese nimmt nennenswerte Werte lediglich in einem Bereich an, der nur ein Maximum der Filtertransmissionskurve umfasst. Die gesamte Filtertransmissionskurve ist in Figur 4 anhand mehrerer Filtertransmissionsteilkurven zu der elften Wellenlänge 61, zu der zwölften Wellenlänge 62, zu einer dreizehnten Wellenlänge 63, zu einer vierzehnten Wellenlänge 64 und zu einer fünfzehnten

Wellenlänge 65 dargestellt. Die gesamte Filtertransmissionskurve 600, wobei das Bezugszeichen 600 in Figur 4 nicht dargestellt ist, umfasst die erste Filtertransmissionsteilkurve 610 zur elften Wellenlänge 61, die zweite Filtertransmissionsteilkurve 620 zur zwölften Wellenlänge 62, eine dritte Filtertransmissionsteilkurve 630 zur dreizehnten Wellenlänge 63, eine vierte Filtertransmissionsteilkurve 640 zur vierzehnten Wellenlänge 64 und eine fünfte Filtertransmissionsteilkurve 650 zur fünfzehnten Wellenlänge 65. Wiederum ist das Maximum der Transmission von 100 % mit dem ersten Transmissionsgrad 71 bezeichnet. In Figur 4 ist die elfte Wellenlänge 61 etwa im mittleren Bereich der dargestellten Abszisse 50, d.h. der Achse der Wellenlängen, aufgetragen. Rechts und links hiervon, d.h. in Richtung der größeren Wellenlängen und in Richtung der kleineren Wellenlängen sind die nächsten Maxima der Filtertransmissionskurve 600 bei der zwölften Wellenlänge 62 bzw. bei der vierzehnten Wellenlänge 64. Um die elfte Wellenlänge 61 herum ist die Charakteristik 500 der von der erfindungsgemäßen Infrarotquelle 10 abgestrahlten Strahlung dargestellt, wobei im unteren Bereich der Figur 4 der mit einem Doppelpfeil und dem Bezugszeichen 501 versehene Bereich der Betriebsfrequenzen bzw. der Betriebswellenlängen etwa mit dem Bereich nennenswerter Werte der Charakteristik 500 der von der erfindungsgemäßen Infrarotquelle 10 abgestrahlten Strahlung übereinstimmt.

In Figur 5 ist eine erfindungsgemäße Infrarotquelle 10 dargestellt. Hierbei wird beispielsweise die erfindungsgemäße Infrarotquelle 10 als Glühlampe mit einer Glühwendel 101 und Anschlussdrähten 104 vorgesehen. Um die Glühwendel 101 herum ist ein Lampenglaskörper 102 aus Glas vorgesehen, der als erste Schicht 102 dient. Eine auf diesem Lampenglaskörper 102 aufgebrachte weitere Absorptionsschicht 103 wird als zweite Schicht bezeichnet. Hierbei wird zum einen die Absorptionscharakteristik des Lampenglases 102 und zum anderen die Absorptionscharakteristik der zusätzlich aufgetragenen Beschichtung 103 des Lampenglases 102 genutzt. Der Vorteil dieses Aufbaus liegt in der Nutzung des Lampenglaskörpers 102 als Teil des Absorptionsfilters, nämlich als erste Schicht 102 und weiterhin als Träger für eine weitere Absorptionsfilterschicht 103, d.h. der zweiten Schicht 103. Für den Einsatz in einem CO₂-Sensor, der beispielsweise auf Basis einer Absorptionsmessung bei einer Wellenlänge von 4,3 µm arbeitet, wird typischerweise ein Lampenglas eingesetzt, das eine Transmission bis zu einer Wellenlänge von ca. 5 µm zeigt. Diese Absorptionscharakteristik bewirkt, dass die langwelligeren Harmonischen des Interferenzfilters 32 am Detektor 30 nicht mehr ins Gewicht fallen, weil diese von der

ersten Schicht 102, d.h. in diesem Fall von dem Lampenglaskörper 102, absorbiert werden. Somit müssen die kurzwelligeren Anteile des von der Wendel 101 abgestrahlten Lichtes herausgefiltert werden, um zu einer, wie in Figur 4 dargestellt, bandbegrenzten Transmissionscharakteristik 500 der Kombination der ersten und zweiten Schicht 102, 103 zu gelangen. Hierfür eignen sich z.B. Halbleitermaterialien wie Silizium oder Germanium, die als zweite Schicht 103 auf die Oberfläche der ersten Schicht 102, d.h. auf die Oberfläche des Glaskörpers 102 der Glühlampe aufgedampft werden können. Außer Halbleitermaterialien können aber auch z.B. Metallschichten oder organische Absorptionsschichten auf die Oberfläche der ersten Schicht 102 aufgebracht werden.

In Figur 6 ist die Transmissionscharakteristik 510 der ersten Schicht 102 dargestellt. In einem Diagramm, dessen Abszisse 50 eine Wellenlängenskala darstellt und dessen Ordinate 70 den Grad an Transmission der ersten Schicht 102 darstellt, ist die Transmissionscharakteristik 510 der ersten Schicht 102 als sog. erste Transmissionscharakteristik 510 dargestellt. Bei einer dritten Wellenlänge 53, die beispielsweise bei $2,5\text{ }\mu\text{m}$ liegt, ergibt sich eine zweite Transmissionsrate 72 von etwa 90 %. Die Transmission 70 fällt zu größeren Wellenlängen hin ab, wobei sich bei einer zweiten Wellenlänge von etwa $4\text{ }\mu\text{m}$ ein lokales Maximum der Transmissionscharakteristik von etwa 60 % Transmission ergibt und wobei zu größeren Wellenlängen hin ein relativ starker Abfall der Transmission zu beobachten ist, wobei bei einer sechsten Wellenlänge 56 von ca. $5\text{ }\mu\text{m}$ die Transmission annähernd 0 ist. Die Transmission bleibt für größere Wellenlängen als die sechste Wellenlänge 56 nahe 0 % und verbleibt für kleinere Wellenlängen als die dritte Wellenlänge 53 etwa auf dem Niveau der zweiten Transmissionsrate 72 von ca. 90 %.

In Figur 7 ist die Transmissionscharakteristik 520 bzw. 521 der zweiten Schicht 103 dargestellt. Wiederum ist ein Diagramm gewählt, dessen Abszisse 50 eine Wellenlängenskala darstellt und dessen Ordinate 70 eine Skala der Transmissionsrate darstellt. In Figur 7 sind zwei Transmissionscharakteristiken dargestellt, wobei beide Transmissionscharakteristiken als sog. zweite Transmissionscharakteristik bezeichnet werden. Die mit dem Bezugszeichen 520 bezeichnete zweite Transmissionscharakteristik entspricht der Transmissionscharakteristik einer zweiten Schicht 103 in Form einer Germanium-Schicht und die mit dem Bezugszeichen 521 versehene zweite Transmissionscharakteristik zeigt die Transmissionscharakteristik für den Fall, dass die

zweite Schicht 103 als Siliziumschicht vorgesehen ist. Die Form der zweiten Transmissionscharakteristik 520, 521 ist jedoch in beiden Fällen ähnlich:

Von einer bestimmten Wellenlänge an steigt die Transmissionsrate von etwa 0 auf einen Maximalwert von 90% oder 100 % und verbleibt im Wesentlichen auf diesem hohen Transmissionsniveau bis zu einer größeren Wellenlänge, bei der ein starkes Absinken der Transmissionsrate zu beobachten ist. Für die mit dem Bezugszeichen 520 bezeichnete zweite Transmissionscharakteristik (für Germanium) steigt die Transmission ab einer vierten Wellenlänge von ca. $1,7\text{ }\mu\text{m}$ stark an, um erst wieder bei Wellenlängen ab einer achten Wellenlänge 58 von über $20\text{ }\mu\text{m}$ abzufallen. Bei der mit dem Bezugszeichen 521 bezeichneten zweiten Transmissionscharakteristik (für Silizium) beginnt die Transmission bereits bei einer fünften Wellenlänge 55 von deutlich unter $1,7\text{ }\mu\text{m}$ deutlich anzusteigen, um auf einem hohen Transmissionsniveau zu verbleiben, bis die Transmission bei einer siebten Wellenlänge 57 bei ca. $10\text{ }\mu\text{m}$ wieder geringere Werte annimmt.

In Figur 8 ist in einem weiteren Diagramm die Kombination der ersten und zweiten Transmissionscharakteristik zusammen mit einer Filtertransmissionskurve des Interferenzfilters dargestellt. In dem Diagramm bildet wiederum die Abszisse 50 eine Wellenlängenskala und die Ordinate 70 eine Skala der Transmissionsrate. Die erste Transmissionscharakteristik 510 ist in Figur 8 mittels einer gestrichpunkteten Linie dargestellt, sie entspricht der in Figur 6 dargestellten Transmissionscharakteristik für Glas, wobei unterhalb der dritten Wellenlänge 53, d.h. für Wellenlängen kleiner als die dritte Wellenlänge 53, das Transmissionsniveau sehr hoch ist, wobei zwischen der dritten Wellenlänge 53 und der sechsten Wellenlänge 56 ein Abfall der Transmission bis nahe 0 der ersten Transmissionscharakteristik 510 dargestellt ist. Die zweite Transmissionscharakteristik 520 ist mit einer gestrichelten Linie in Figur 8 dargestellt und steigt oberhalb der vierten Wellenlänge 54, d.h. für größere Wellenlängen als die vierte Wellenlänge, stark an, um dann bis oberhalb von Werten der sechsten Wellenlänge 56 auf diesem hohen Transmissionsniveau zu verharren. Eine Überlagerung der beiden Transmissionscharakteristiken ergibt die erfindungsgemäße Bandfiltercharakteristik, die in Figur 8 mit dem Bezugszeichen 500 bezeichnet ist und die die beiden abfallenden bzw. ansteigenden Äste der ersten und zweiten Transmissionscharakteristik 510, 520 umfasst. Eine solche Bandpassfiltercharakteristik 500 ergibt sich durch die in Figur 5 dargestellte Überlagerung der ersten Schicht 102 und der zweiten Schicht 103 um die Infrarotquelle 10. Die Überlagerung in Figur 8 der Bandpassfiltercharakteristik 500 mit der Filtertransmissionskurve 600 des Interferenzfilters 32 zeigt, dass der

Betriebsfrequenzbereich, der in Figur 8 mit dem Bezugszeichen 501 und einem Doppelpfeil angegeben ist, lediglich eine einzige Durchlassfrequenz des Interferenzfilters 32 umfasst. Diese Durchlassfrequenz entspricht der elften Wellenlänge 61, um die herum die erste Filtertransmissionsteilkurve 610 angeordnet ist. Die weiteren bzw. benachbarten, bei der zwölften und vierzehnten Wellenlänge 62, 64 befindlichen Filtertransmissionsteilkurven 620, 640 liegen außerhalb des Betriebsfrequenzbereichs 501.

5

10 Ansprüche

- 15 1. Infrarotquelle (10) für Gassensoren mit einer ersten Schicht (102), dadurch gekennzeichnet, dass die Infrarotquelle (10) eine zweite Schicht (103) aufweist, wobei die erste Schicht (102) eine erste Transmissionscharakteristik (510) aufweist und wobei die zweite Schicht (103) eine zweite Transmissionscharakteristik (520) aufweist, wobei die Kombination der ersten und zweiten Transmissionscharakteristik (510, 520) eine Bandpassfiltercharakteristik (500) für einen Betriebsfrequenzbereich (501) bewirken.
- 20 2. Infrarotquelle (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Transmissionscharakteristik (510) bezüglich des Betriebsfrequenzbereichs (501) für kleinere Wellenlängen eine höhere Transmission vorsieht und dass die zweite Transmissionscharakteristik bezüglich des Betriebsfrequenzbereichs (501) für größere Wellenlängen eine höhere Transmission vorsieht.
- 25 3. Infrarotquelle (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als erste Schicht (102) Glas vorgesehen ist und dass als zweite Schicht (103) Silizium oder Germanium vorgesehen ist.
- 30 4. Gassensor mit einer Infrarotquelle (10) und einem Detektor (31), wobei zwischen der Infrarotquelle (10) und dem Detektor (31) ein Interferenzfilter (32) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass als Infrarotquelle (10) eine Infrarotquelle (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorgesehen ist.

5. Gassensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebsfrequenzbereich (501) der Infrarotquelle (10) genau eine Durchlassfrequenz (61) des Interferenzfilters (32) umfasst.
- 5 6. Gassensor nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Interferenzfilter 32 ein Fabry-Perot-Filter vorgesehen ist.

1/3

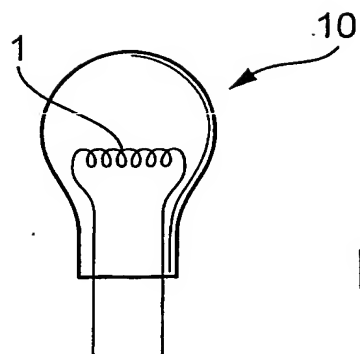


Fig. 1

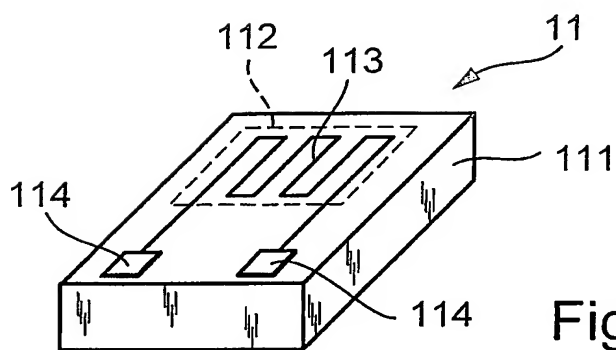


Fig. 2

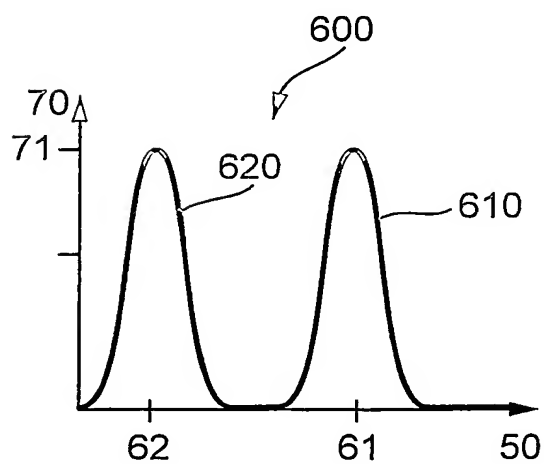


Fig. 3

2/3

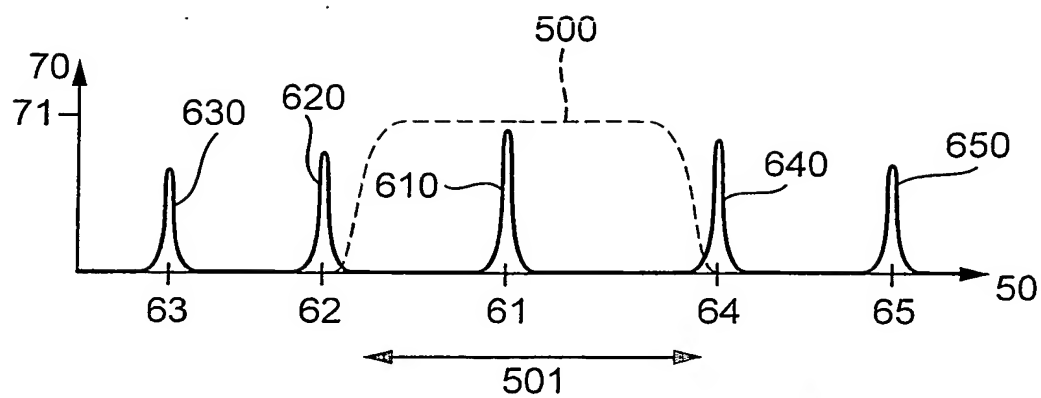


Fig. 4

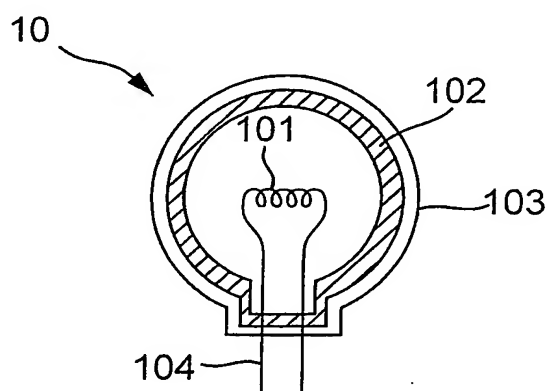


Fig. 5

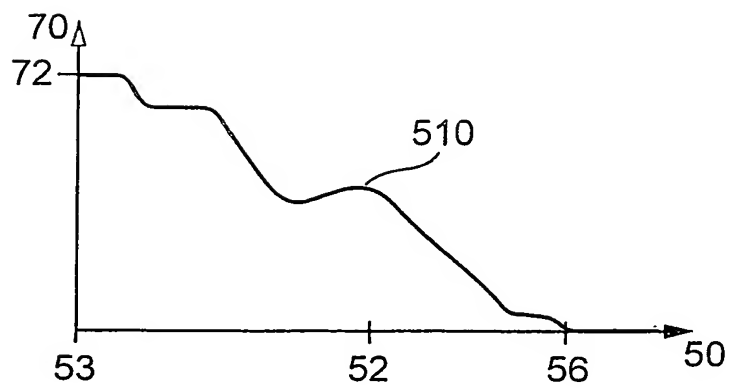


Fig. 6

3/3

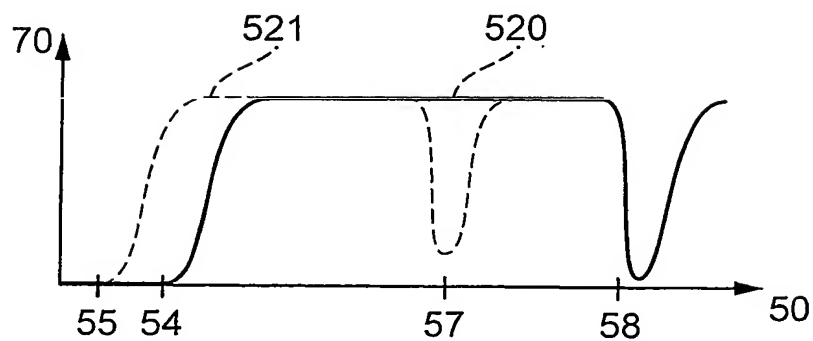


Fig. 7

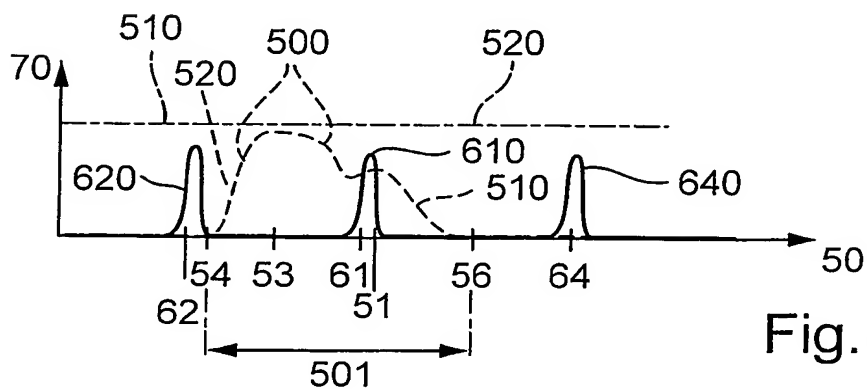


Fig. 8

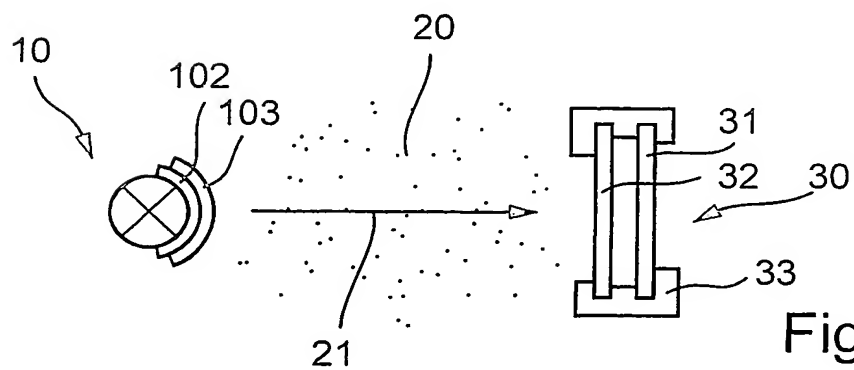


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/04040

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01N21/35 G01J3/10 H01K1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N G01J H01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 331 941 A (EDWARDS JAMES W ET AL) 18 July 1967 (1967-07-18)	1,2
Y	* Spalte 3, Zeilen 27-45; Spalte 4, Zeilen 3-14; Abbildungen *	3-6
Y	US 3 211 961 A (STEVENS WILLIAM H ET AL) 12 October 1965 (1965-10-12) * Spalte 4, Zeilen 1-36; Spalte 6, Zeilen 55-63; Spalte 9, Zeilen 4-8; Abbildung 2 *	4-6
Y	WO 00 04351 A (KANSTAD SVEIN OTTO ;KANSTAD TEKNOLOGI AS (NO)) 27 January 2000 (2000-01-27)	3
A	* Seite 10, Absatz 3; Abbildung 6 und die sich darauf beziehenden Teile der Beschreibung *	4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 March 2004

Date of mailing of the international search report

24/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoogen, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/04040

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3331941	A	18-07-1967	NONE
US 3211961	A	12-10-1965	NONE
WO 0004351	A	27-01-2000	NO
		NO	983334 A
		NO	983335 A
		AU	748350 B2
		AU	5765099 A
		WO	0004351 A2
		US	2003139682 A1
		CA	2336826 A1
		EP	1101082 A2
		JP	2002520611 T
		NO	20010102 A
		US	6540690 B1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/04040

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01N21/35 G01J3/10 H01K1/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N G01J H01K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 331 941 A (EDWARDS JAMES W ET AL) 18. Juli 1967 (1967-07-18)	1,2
Y	* Spalte 3, Zeilen 27-45; Spalte 4, Zeilen 3-14; Abbildungen *	3-6
Y	US 3 211 961 A (STEVENS WILLIAM H ET AL) 12. Oktober 1965 (1965-10-12) * Spalte 4, Zeilen 1-36; Spalte 6, Zeilen 55-63; Spalte 9, Zeilen 4-8; Abbildung 2 *	4-6
Y	WO 00 04351 A (KANSTAD SVEIN OTTO ;KANSTAD TEKNOLOGI AS (NO)) 27. Januar 2000 (2000-01-27)	3
A	* Seite 10, Absatz 3; Abbildung 6 und die sich darauf beziehenden Teile der Beschreibung *	4

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoogen, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE 03/04040

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3331941	A	18-07-1967	KEINE
US 3211961	A	12-10-1965	KEINE
WO 0004351	A	27-01-2000	NO 983334 A 18-01-2000
			NO 983335 A 18-01-2000
			AU 748350 B2 06-06-2002
			AU 5765099 A 07-02-2000
			WO 0004351 A2 27-01-2000
			US 2003139682 A1 24-07-2003
			CA 2336826 A1 27-01-2000
			EP 1101082 A2 23-05-2001
			JP 2002520611 T 09-07-2002
			NO 20010102 A 08-01-2001
			US 6540690 B1 01-04-2003